

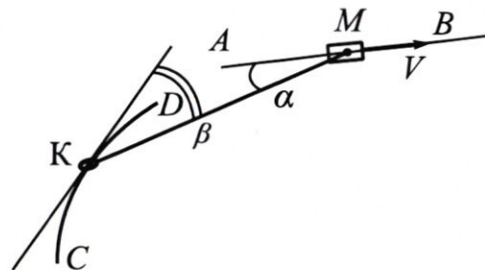
# Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 11

## Вариант 11-03

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вложенного задания не проверяются.

1. Муфту М двигают со скоростью  $V = 34$  см/с по горизонтальной направляющей АВ (см. рис.). Кольцо К массой  $m = 0,3$  кг может двигаться без трения по проволоке CD в виде дуги окружности радиусом  $R = 0,53$  м. Кольцо и муфта связаны легкой нитью длиной  $l = 5R/4$ . Система находится в одной горизонтальной плоскости. В некоторый момент нить составляет угол  $\alpha$  ( $\cos \alpha = 15/17$ ) с направлением движения муфты и угол  $\beta$  ( $\cos \beta = 3/5$ ) с направлением движения кольца.



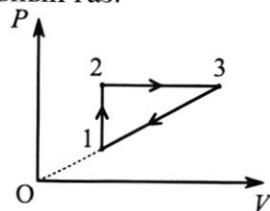
- 1) Найти скорость кольца в этот момент.
- 2) Найти скорость кольца относительно муфты в этот момент.
- 3) Найти силу натяжения нити в этот момент.

2. Тепловая машина работает по циклу, состоящему из изохоры, изобары и участка прямо пропорциональной зависимости давления  $P$  от объема  $V$  (см. рис.). Рабочее вещество – одноатомный идеальный газ.

1) Найти отношение молярных теплоемкостей на тех участках цикла, где происходило повышение температуры газа.

2) Найти в изобарном процессе отношение изменения внутренней энергии газа к работе газа.

3) Найти предельно возможное максимальное значение КПД такого цикла.



3. Обкладки конденсатора – круглые металлические сетки, радиус обкладок намного больше расстояния  $d$  между обкладками. Из точки, находящейся между обкладками на оси симметрии на расстоянии  $0,3d$  от отрицательно заряженной обкладки стартует с нулевой начальной скоростью отрицательно заряженная частица и вылетает из конденсатора перпендикулярно обкладкам со

скоростью  $V_1$ . Удельный заряд частицы  $\frac{|q|}{m} = \gamma$ .

1) Через какое время  $T$  частица будет находиться на одинаковых расстояниях от обкладок?

2) Найдите величину  $Q$  заряда обкладок конденсатора.

3) С какой скоростью  $V_2$  будет двигаться частица на бесконечно большом расстоянии от конденсатора?

При движении частицы электрическое поле, созданное зарядами конденсатора, считать неизменным, а электрическое поле внутри конденсатора вблизи оси симметрии считать однородным.

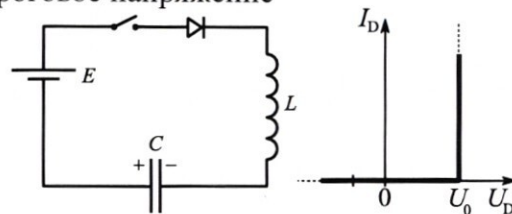
4. В цепи, схема которой показана на рисунке, ключ разомкнут, ЭДС идеального источника  $E = 6$  В, конденсатор емкостью  $C = 40$  мкФ заряжен до напряжения  $U_1 = 2$  В, индуктивность идеальной катушки

$L = 0,1$  Гн. Вольтамперная характеристика диода дана на рисунке, пороговое напряжение диода  $U_0 = 1$  В. Ключ замыкают.

1) Найти скорость возрастания тока сразу после замыкания ключа.

2) Найти максимальный ток после замыкания ключа.

3) Найти установившееся напряжение  $U_2$  на конденсаторе после замыкания ключа.

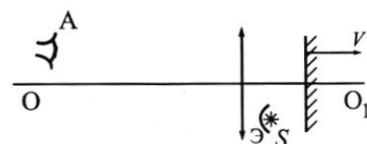


5. Оптическая система состоит из тонкой линзы с фокусным расстоянием  $F$ , плоского зеркала и небольшого экрана Э, расположенного так, что свет от источника  $S$  может попасть на линзу только после отражения от зеркала (см. рис.). Зеркало расположено перпендикулярно главной оптической оси  $OO_1$  линзы. Источник  $S$  находится на расстоянии  $3F/4$  от оси  $OO_1$  и на расстоянии плоскости  $F/4$  от линзы. Линза и источник неподвижны, а зеркало движется со скоростью  $V$  вдоль оси  $OO_1$ . В некоторый момент зеркало оказалось на расстоянии  $3F/4$  от линзы.

1) На каком расстоянии от плоскости линзы наблюдатель А сможет увидеть в этот момент изображение источника в системе?

2) Под каким углом  $\alpha$  к оси  $OO_1$  движется изображение в этот момент? (Найти значение любой тригонометрической функции угла.)

3) Найти скорость изображения в этот момент.







## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5

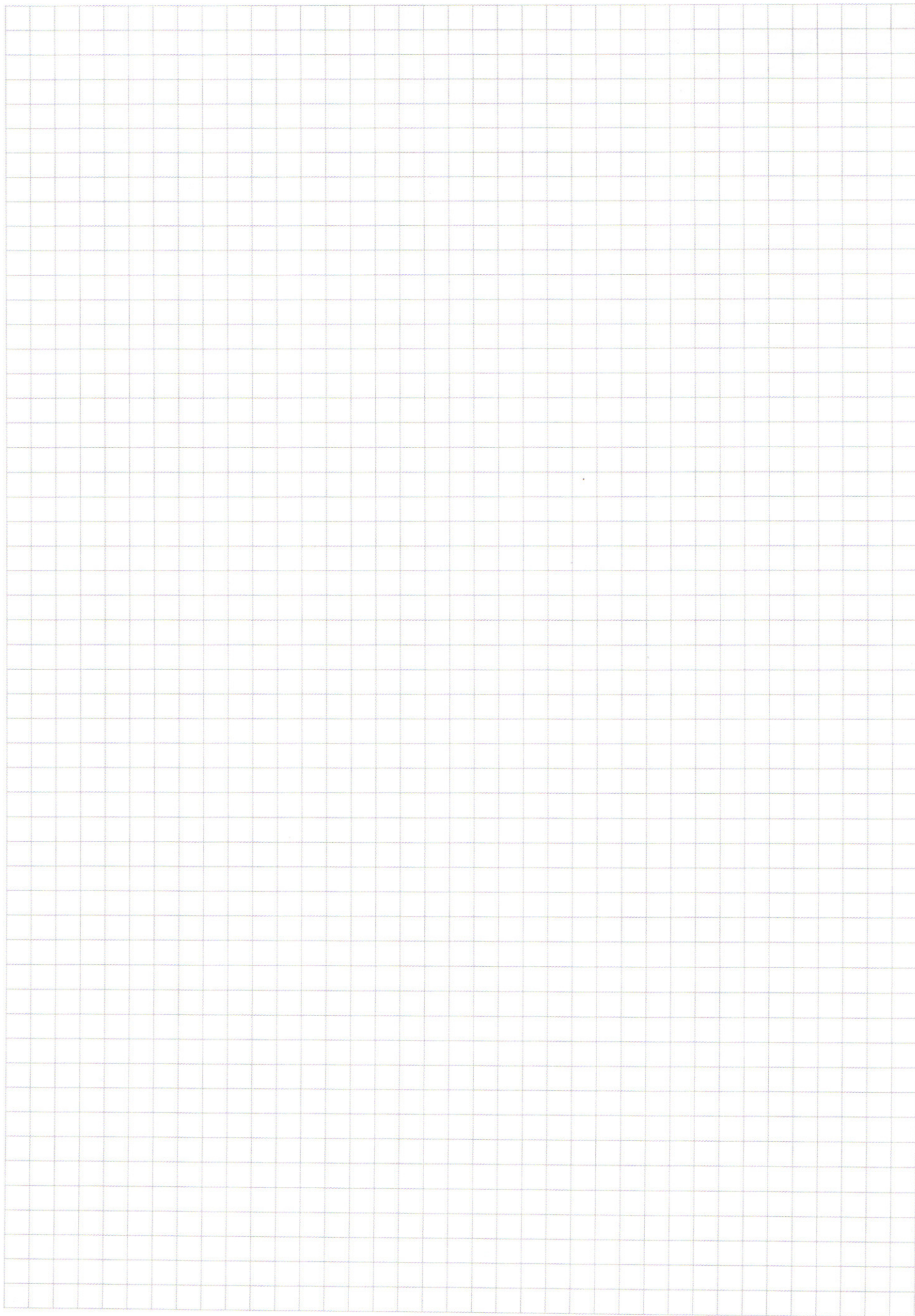
$$I_m = \sqrt{2 \cdot 6 \cdot \frac{40 \cdot 10^{-6}}{2} + 40 \cdot 10^{-6} \cdot 6 - 40 \cdot 10^{-6} \cdot 1} = 0,1$$

$$= 40 \cdot 10^{-6} (6-1)^2$$

в фот. резонансе ток через конден.  $I=0$   
 $U_c = U_1 - U_2$   $U_2 = 0$   $U_c = U_1 = 5V$

Отв:  $U_c = 5V$   $I' = 10 \frac{A}{C}$





☐ черновик    ☐ чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №       
(Нумеровать только чистовики)



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2

значит  $\eta = \eta_{\max}$  при  
 $n \rightarrow 1$   $\eta = \frac{1}{5} = 20\%$   
Отв:  $\eta_{\max} = 20\%$ ,  $\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3}{5}$   $\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{3}{2}$

5 Дано:

$F, v$   
 $h_1 = \frac{3F}{4}$   
 $d_1 = \frac{F}{4}$   
 $L = \frac{3F}{4}$   
 $F_2 = ?$   
 $\alpha = ?$   
 $U_{\text{абс}} = ?$

Решение:  $S^*$  - изображение действ. предмета  $S$   
в зеркале  $\Gamma_1 = 1 \Rightarrow x_1 = x_2$ , где  
 $x_1 = L - d_1 \Rightarrow x_2 = L - d_1$   
 $d_2 = d_1 + L - d_1 + L - d_1 = 2L - d_1$   
 $d_2 = 2 \cdot \frac{3F}{4} - \frac{F}{4} = \frac{5F}{4}$

$S^{**}$  - изображение действ. предмета  $S^*$   
по ф-ле тонкой линзы:  $\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow$

$$f_2 = \frac{F d_2}{d_2 - F} = \frac{F \cdot \frac{5F}{4}}{\frac{5F}{4} - F} = 5F \text{ из геометрии}$$

$$h_2 = 2h_1 \cdot \frac{5}{2} = 5h_1 = \frac{15F}{4}$$

$$\tan \alpha = \frac{15F}{4 \cdot 5F} = \frac{3}{4}$$

$$\Gamma_{\text{ис}} = \Gamma_1 \cdot \Gamma_2 \quad \Gamma_1 = 1 \quad \Gamma_2 = \frac{f_2}{d_2} = \frac{5F}{\frac{5F}{4}} = 4$$

$\Gamma_{\text{ис}} = 4$  в (O) зеркало

$$U_{\text{н}} - \text{пропорциональна } S^{**} \quad \frac{U_{\text{н}}}{v} = \Gamma_{\text{ис}}^2 = 16 \quad U_{\text{н}} = 16v$$

$$U = \frac{U_{\text{н}}}{\cos \alpha} = \frac{16v \cdot 5}{4} = 20v$$

Отв по ЗСС:  $\Rightarrow U_{\text{абс}} = 20v - v$

$$U_{\text{абс}} = 19v$$

Отв:  $F_2 = 5F$   $\alpha = \arctg \frac{3}{4}$   $U_{\text{абс}} = 19v$



3 Дано:

$d,$   
 $l=0,3d$

$l_1=0,2d$

$|q|$   
 $m=\gamma$

$S$

$v_1$

$T=?$

$Q=?$

$v_2=?$

Решение:

$$0,7d = \frac{v_1^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{v_1^2}{1,4d} \cdot 2$$

$E_1 = E, l=0,3d \Rightarrow E_2 = 2E, 0,3d = \frac{a \cdot T}{2} \Rightarrow$   
 $T = \sqrt{\frac{0,6d}{a}} = \sqrt{\frac{0,6d \cdot 1,4d}{v_1^2}} = \frac{\sqrt{21}d}{5v_1}$   
 $E = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} \Rightarrow Q = 2\epsilon_0 S E$

по 2 3Н:  $ma = E_2 |q| \Rightarrow E_2 = \frac{ma}{|q|}$   
 $E_2 = \frac{5v_1^2}{7d\gamma} \quad Q = \frac{2\epsilon_0 S \cdot 5v_1^2}{7d\gamma \cdot 2} = \frac{5\epsilon_0 S v_1^2}{7d\gamma}$

м.к. все концы которого были соединены  $\Rightarrow$

$v_2 = v_1$

Ответ:  $T = \frac{\sqrt{21}d}{5v_1}, Q = \frac{5\epsilon_0 S v_1^2}{7d\gamma} \quad v_2 = v_1$

4 Дано:

$C=40 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$

$U_1=2\text{ В}$

$L=0,1 \text{ Гн}$

$U_0=1\text{ В}$

$I=?$

$I_m=?$

$U_2=?$

$\varphi=6\text{ В}$

Решение: сразу после замыкания переключателя

на конденсаторе и ток в катушке скачком не изменяется  $U_c = U_1$

$U_L = LI' \Rightarrow I' = \frac{U_L}{L} = \frac{\varphi + U_1}{L}$   
 $I' = \frac{6+2}{0,1} = 80 \text{ А}$

по 3СЭ:  $\varphi \Delta q = \frac{LI_m^2}{2} + \frac{CU_c^2}{2}$

когда  $I = I_m \Rightarrow I' = 0 \Rightarrow U_L = 0$  при

этом из ур.  $U_0 = U_0$

$\Delta q = (U_1 + (\varphi - U_0))$

$U_c = \varphi - U_0$

$\varphi(U_1 + (\varphi - U_0)) = \frac{LI_m^2}{2} + \frac{C(\varphi - U_0)^2}{2}$

$I_m = \sqrt{\frac{2\varphi(U_1 + (\varphi - U_0)) - C(\varphi - U_0)^2}{L}}$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1 Дано:

$$v = 34 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$m = 0,3 \text{ кг}$$

$$R = 0,53 \text{ м}$$

$$l = \frac{5R}{4}$$

$$\cos \alpha = \frac{15}{17}$$

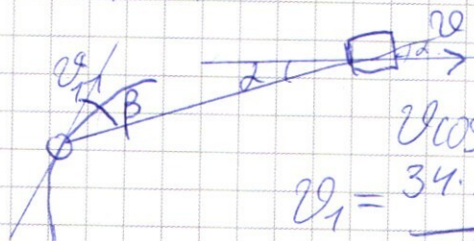
$$\cos \beta = \frac{3}{5}$$

$v_1$  - ?

$v_{\text{отн}}$  - ?

$T$  - ?

Решение:



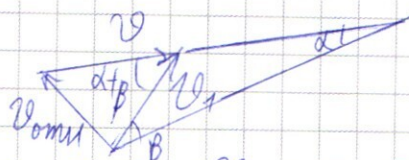
из кин. связей  
получаем, что:

$$v \cos \alpha = v_1 \cos \beta \Rightarrow v_1 = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta}$$

$$v_1 = \frac{34 \cdot \frac{15}{17}}{\frac{3}{5}} = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

по 3. сложения скоростей:

$$\vec{v}_1 = \vec{v}_{\text{отн}} + \vec{v}$$



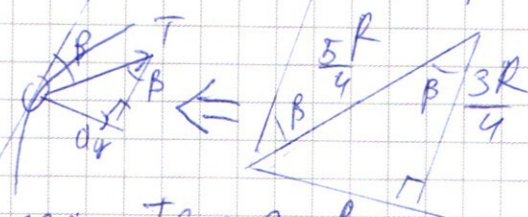
найдем  $v_{\text{отн}}$  по теореме косинусов:

$$v_{\text{отн}} = \sqrt{v^2 + v_1^2 - 2vv_1 \cos(\alpha + \beta)}$$

$$v_{\text{отн}} = \sqrt{34^2 + 50^2 - 2 \cdot 34 \cdot 50 \cdot \left( \frac{15}{17} \cdot \frac{3}{5} - \frac{8}{17} \cdot \frac{4}{5} \right)}$$

$$v_{\text{отн}} = 56 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

из геометрии:



$$23 \text{ Н}; m a_y = T \sin \beta$$

$$T = \frac{m a_y}{\sin \beta} = \frac{m v_1^2}{\sin \beta R} = \frac{0,3 \text{ кг} \cdot (0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2}{0,8 \cdot 0,53 \text{ м}}$$

$$T = 0,19 \text{ Н}$$

Ответ  $v_1 = 50 \frac{\text{см}}{\text{с}}$   $v_{\text{отн}} = 56 \frac{\text{см}}{\text{с}}$

$$T = 0,19 \text{ Н}$$



2 Дано:

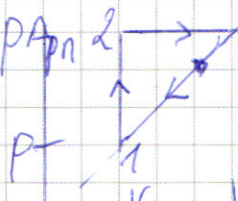
$i=3$

$C_{12} - ?$   
 $C_{23} - ?$

$\frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} - ?$

$\eta_{\max} - ?$

Решение:



1 моля газа:

$$Q_{12} = \Delta U_{12} \quad (A_{12} = 0 \text{ т.к. } V = \text{const})$$

$$Q_{12} = \nu C_{12} \Delta T_{12} \quad \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} \Rightarrow C_{12} = \frac{3}{2} R$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} \quad T_2 = n T_1 \quad T_3 = n T_2 = n^2 T_1$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (n^2 T - n T) = \frac{3}{2} \nu R n T (n-1)$$

$$A_{23} = p n \cdot (Vn - V) = p V n (n-1) = \nu R T n (n-1)$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R T n (n-1) + \nu R T n (n-1) = \frac{5}{2} \nu R T n (n-1)$$

$$Q_{23} = C_{23} \nu T n (n-1) \Rightarrow C_{23} = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3/2}{5/2} = \frac{3}{5}; \quad \frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{3}{2} \nu R T n (n-1)}{\nu R T n (n-1)} = \frac{3}{2}$$

$$\eta = \frac{Q_{\text{н}} - Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}} \quad Q_{\text{н}} = Q_{12} + Q_{23}$$

$$Q_{\text{н}} = \frac{3}{2} \nu R T (n-1) + \frac{5}{2} \nu R T n (n-1)$$

$$Q_{\text{н}} = \frac{\nu R T}{2} (5n^2 - 2n - 3)$$

$$Q_{\text{х}} = -Q_{31} = Q_{13} \quad Q_{13} = \Delta U_{13} + A_{13}$$

$$A_{13} = \left( \frac{p + p n}{2} \right) \cdot (Vn - V) = \frac{p V}{2} (n^2 - 1) = \frac{\nu R T}{2} (n^2 - 1)$$

$$\Delta U_{13} = \frac{3}{2} \nu R T (n^2 - 1)$$

$$Q_{13} = \frac{3}{2} \nu R T (n^2 - 1) + \frac{\nu R T}{2} (n^2 - 1) = 2 \nu R T \cdot \frac{n^2 - 1}{2}$$

$$\eta = \frac{\frac{\nu R T}{2} (5n^2 - 2n - 3) - 2 \nu R T \cdot \frac{n^2 - 1}{2}}{\frac{\nu R T}{2} (5n^2 - 2n - 3)}$$

$$\eta = \frac{n^2 - 2n + 1}{5n^2 - 2n - 3} \quad f(n) = \frac{n^2 - 2n + 1}{5n^2 - 2n - 3}$$

$$f'(n) = \frac{(n-2)(5n^2 - 2n - 3) - (n^2 - 2n + 1)(10n - 2)}{(5n^2 - 2n - 3)^2}$$

$$f'(n) = \frac{8(n-1)^2}{(5n^2 - 2n - 3)^2}$$

12:  $V = \text{const} \quad p \uparrow \Rightarrow T \uparrow$  (ноз. Уапуа)  
23:  $p = \text{const} \quad V \uparrow \Rightarrow T \uparrow$  (ноз. Теу-Уооооо)  
31 - рашуа рашуа.  $p \downarrow, V \downarrow \Rightarrow T \downarrow$   
(ноз. Куапуа-Уооооо)  
 $pV = \nu RT$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} \quad (A_{12} = 0 \text{ т.к. } V = \text{const}) \quad \Delta T_{12} = n T$$

$$Q_{12} = \nu C_{12} \Delta T_{12} \quad \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} \Rightarrow C_{12} = \frac{3}{2} R$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} \quad T_2 = n T_1 \quad T_3 = n T_2 = n^2 T_1$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} \nu R (n^2 T - n T) = \frac{3}{2} \nu R n T (n-1)$$

$$A_{23} = p n \cdot (Vn - V) = p V n (n-1) = \nu R T n (n-1)$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R T n (n-1) + \nu R T n (n-1) = \frac{5}{2} \nu R T n (n-1)$$

$$Q_{23} = C_{23} \nu T n (n-1) \Rightarrow C_{23} = \frac{5}{2} R$$

$$\frac{C_{12}}{C_{23}} = \frac{3/2}{5/2} = \frac{3}{5}; \quad \frac{\Delta U_{23}}{A_{23}} = \frac{\frac{3}{2} \nu R T n (n-1)}{\nu R T n (n-1)} = \frac{3}{2}$$

$$\eta = \frac{Q_{\text{н}} - Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}} \quad Q_{\text{н}} = Q_{12} + Q_{23}$$

$$Q_{\text{н}} = \frac{3}{2} \nu R T (n-1) + \frac{5}{2} \nu R T n (n-1)$$

$$Q_{\text{н}} = \frac{\nu R T}{2} (5n^2 - 2n - 3)$$

$$Q_{\text{х}} = -Q_{31} = Q_{13} \quad Q_{13} = \Delta U_{13} + A_{13}$$

$$A_{13} = \left( \frac{p + p n}{2} \right) \cdot (Vn - V) = \frac{p V}{2} (n^2 - 1) = \frac{\nu R T}{2} (n^2 - 1)$$

$$\Delta U_{13} = \frac{3}{2} \nu R T (n^2 - 1)$$

$$Q_{13} = \frac{3}{2} \nu R T (n^2 - 1) + \frac{\nu R T}{2} (n^2 - 1) = 2 \nu R T \cdot \frac{n^2 - 1}{2}$$

$$\eta = \frac{\frac{\nu R T}{2} (5n^2 - 2n - 3) - 2 \nu R T \cdot \frac{n^2 - 1}{2}}{\frac{\nu R T}{2} (5n^2 - 2n - 3)}$$

$$\eta = \frac{n^2 - 2n + 1}{5n^2 - 2n - 3} \quad f(n) = \frac{n^2 - 2n + 1}{5n^2 - 2n - 3}$$

$$f'(n) = \frac{(n-2)(5n^2 - 2n - 3) - (n^2 - 2n + 1)(10n - 2)}{(5n^2 - 2n - 3)^2}$$

$$f'(n) = \frac{8(n-1)^2}{(5n^2 - 2n - 3)^2}$$

$$f'(n) = \frac{8(n-1)^2}{(5n^2 - 2n - 3)^2}$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

12)  $N = \text{const}$   $p \uparrow \Rightarrow T \uparrow$  23)  $p = \text{const}$   $V \uparrow \Rightarrow T \uparrow$

$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \nu C \Delta T \Rightarrow C = \frac{3}{2} R$

$Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T' = \nu C' \Delta T' \Rightarrow C' = \frac{5}{2} R$

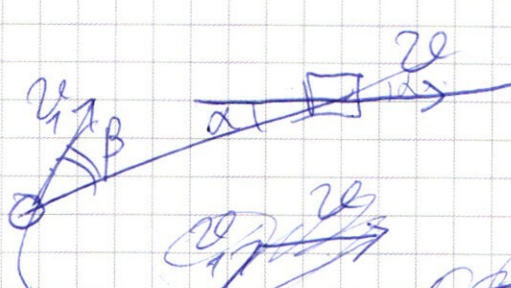
2)  $\frac{U}{A} = \frac{3}{2}$  3)  $\eta = \frac{Q_{\text{н}} - Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}} =$

$Q_{\text{х}} = Q_{31} = Q_{12} = \frac{p + p_n}{2} V(n-1) = \frac{pV(n^2-1)}{2} + \frac{3}{2} pV(n^2-1)$   
 $= 2pV(n^2-1)$   $\eta = \frac{Q_{\text{н}} - Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}}$

$Q_{\text{н}} = \frac{3}{2} pV(n-1) + \frac{5}{2} p_n V(n-1) = \frac{pV(n^2-1)}{2} + \frac{3}{2} pV(n^2-1)$

$\frac{pV}{2} (5n^2 - 5n + 3n - 3) = \frac{pV}{2} (5n^2 - 2n - 3)$   $n \rightarrow \infty$   
 $\eta = \frac{5n^2 - 2n - 3 - 4n^2 + 4n}{2 \cdot \frac{1}{2} (5n^2 - 2n - 3)} = \frac{n^2 - 2n + 1}{5n^2 - 2n - 3} = \frac{1}{5}$

1



$v \cos \alpha = v_1 \cos \beta$

$v_1 = \frac{v \cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{34 \cdot \frac{15}{17}}{\frac{4}{5}} = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



$v_{\text{отн}} = \sqrt{v^2 + v_1^2 - 2vv_1 \cos(\alpha + \beta)}$

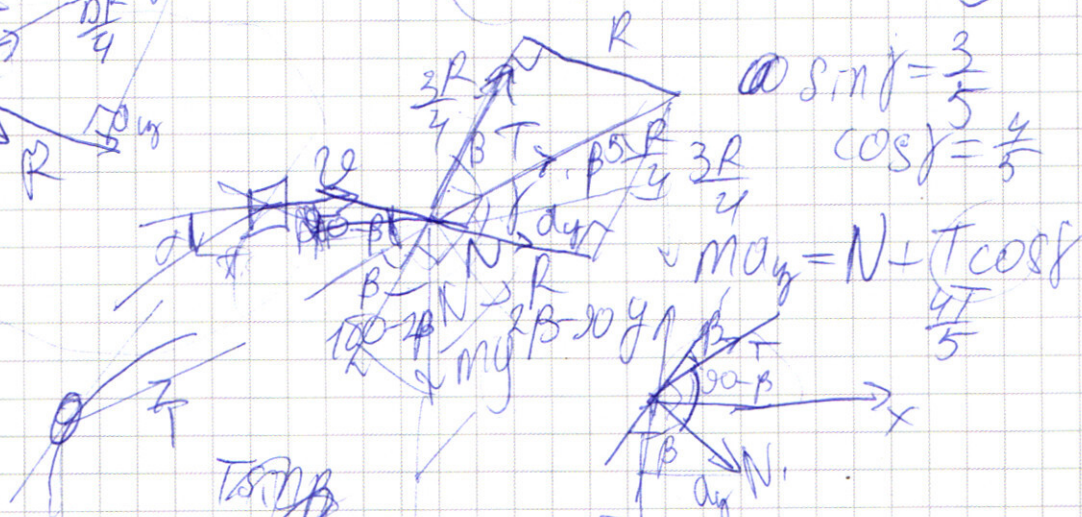
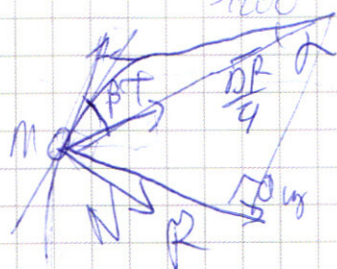
$v_{\text{отн}} = \sqrt{34^2 + 50^2 - 2 \cdot 34 \cdot 50 \cdot \frac{13}{5}}$

$v_{\text{отн}} = \sqrt{34^2 + 50^2 - 520} = \sqrt{1800 + 1156} = \sqrt{2956} = 54.4$   
 $(30+4)^2 = 900 + 240 + 16 = 1156$   
 $36^2 = 1296$



$$\sqrt{1980 + 1486} = \sqrt{3466} = (50 + 4)^2 = 2500 + 400 + 16$$

$$= 56^2 \quad (50 + 6)^2 = 2500 + 600 + 36$$



$$\sin \beta = \frac{3}{5} \quad \cos \beta = \frac{4}{5}$$

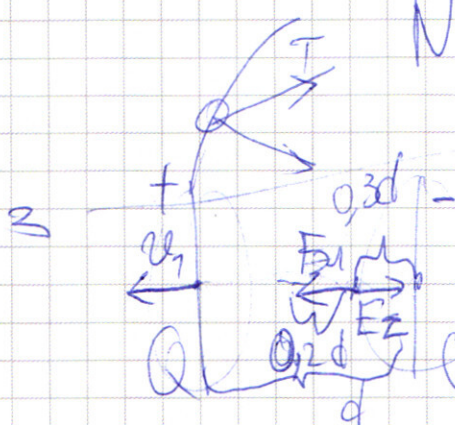
$$m a_y = N + T \cos \beta$$

$$N + T \sin \beta + m g \cos(2\beta - 90^\circ) = m a_y$$

$$T \cos \beta = m g \sin(2\beta - 90^\circ)$$

$$m g = \frac{T \cos \beta}{\sin(2\beta - 90^\circ)}$$

$$N + T \sin \beta + T \cos \beta + m g (2\beta - 90^\circ) = m a_y$$



$$m a = q E_z$$

$$E_z = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

$$E_z = \frac{m v_1^2}{1.46 |q| d} \quad 0.7 d = \frac{10^2}{20}$$

$$E_z = \frac{5 v_1^2}{78}$$

$$T = \sqrt{\frac{2d}{5a}}$$

$$Q = \frac{Q_1}{\epsilon_0 S}$$

$$E_z = \frac{Q}{2 \epsilon_0 S}$$

$$d = \frac{v_1^2}{7.46}$$

$$E_z = \frac{m a}{1.46} = \frac{m v_1^2}{1.46 d}$$

$$T = \sqrt{\frac{2d/5}{5.74 \gamma}} = \frac{1}{v_1} \sqrt{\frac{2d}{7\gamma}}$$

$$Q = \frac{\epsilon_0 S 5 v_1^2}{78}$$

$$0.2 d = \frac{a T^2}{2}$$

$$U = \frac{5 v_1^2 d}{78}$$

$$F_{zu} = E_z Q$$

$$T = \sqrt{\frac{2d}{5a}}$$

$$Q = \frac{Q_1}{\epsilon_0 S}$$



## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Handwritten calculations and diagrams on graph paper:

Top left: Vector diagram showing electric field  $E$  and magnetic field  $B$  directions.

Top right:  $I' = 0 \quad U_L = 0$

Center: Circuit diagram with a capacitor  $C$ , inductor  $L$ , and a voltage source  $\mathcal{E}$ . Calculations:  $I' = \frac{U_L}{L} = \frac{\mathcal{E} - U_C}{L} = \frac{8}{0,1} = 80 \frac{A}{s}$

Below center:  $I = CU' \quad U' = 0 \Rightarrow U_L = 0$

Bottom left: Circuit diagram with a capacitor  $C$  and a voltage source  $\mathcal{E}$ . Calculations:  $U_C = \mathcal{E} = 8V$

Bottom right: Vector diagram showing forces  $F$  and  $G$  acting on a body. Calculations:  $\frac{1}{F} = \frac{4}{5F} - \frac{1}{2} \cdot \frac{15}{8} = 0,1875$

Bottom center: Vector diagram showing forces  $F$  and  $G$  acting on a body. Calculations:  $f = 5F$

Bottom left: Vector diagram showing forces  $F$  and  $G$  acting on a body. Calculations:  $5F \tan \alpha = \dots$

Bottom right: Vector diagram showing forces  $F$  and  $G$  acting on a body. Calculations:  $\tan \alpha = \frac{3}{8} \quad 500 \cdot 40$





$$f'(n) = \frac{(2n-2)(5n^2-2n-3)}{(5n^2-2n-3)^2} -$$

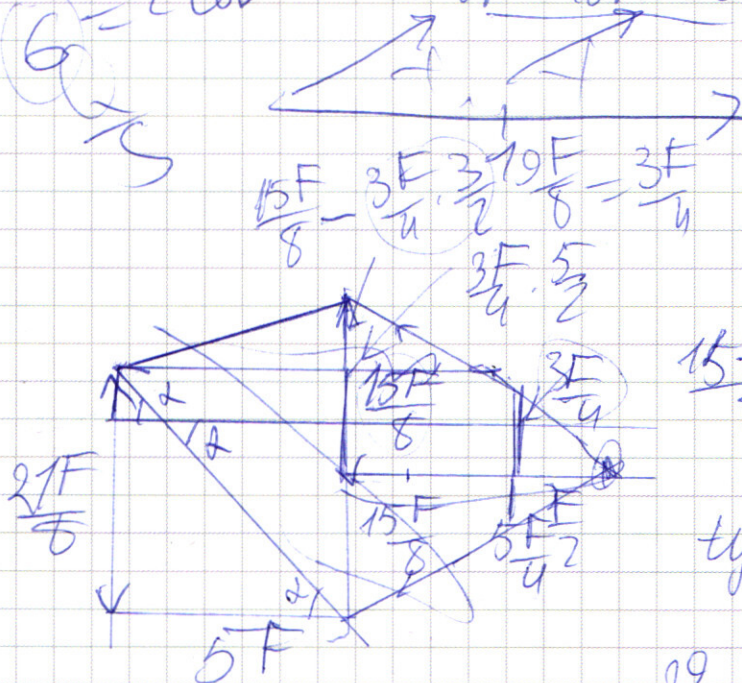
$$- \frac{(n^2-2n+1)(10n-2)}{(5n^2-2n-3)^2}$$

$$10n^3 - 10n^2 - 4n^2 + 4n - 6n + 6$$

$$- (10n^3 - 20n^2 + 10n - 2n^2 + 4n - 2) =$$

$$E_z = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

$$G = 2\epsilon_0 E_z = 8n^2 - 16n + 8 = \frac{8(n-1)^2}{(5n^2-2n-3)^2}$$

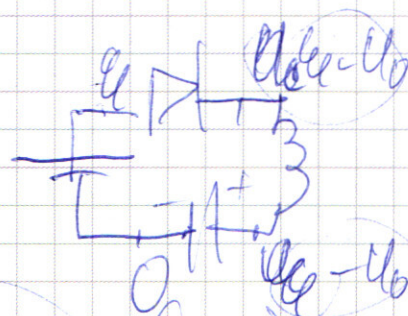


$$\frac{15F}{8} + \frac{3F}{4} = \frac{21F}{8}$$

$$\tan \alpha = \frac{21}{8.5} = \frac{21}{40}$$

$$\vec{v} = \vec{u}_{abc} - \vec{u}$$

$$\vec{v}_{abc} = \vec{u} + \vec{v}$$



$$Q_{\Delta Q} = \frac{LI_m^2}{2} + \frac{CU_c^2}{2} \quad U_c = U_0$$

$$CU_c' = I_c = C(U_c - U_0)$$

$$Q_{\Delta Q} =$$